

ВОДНЫЙ РЕЖИМ ФИСТАШКИ В УСЛОВИЯХ СУХИХ СУБТРОПИКОВ АБШЕРОНА

Дж. Ш. МАМЕДОВ

Абшеронская опытная станция АзНИИСВи СК

Фисташка настоящая - хорошо приспособленное к обитанию в зоне субтропических пустынь растение. Она может произрастать в таких засушливых условиях, где другие плодовые и орехоплодные породы не могут существовать из-за недостатка влаги.

Несмотря на большое число работ по биологии *Pistacia vera* L., в литературе имеется сравнительно немного публикаций по водному режиму этого вида (5, 6, 7, 8, 9).

Осмотическое давление и содержание воды в листьях являются показателями эколого-физиологических особенностей растения. По данным Аблаева С.М. (1), осмотическое давление клеточного сока фисташки составляет в мае 20 атмосфер, к осени возрастает до 70 атмосфер, а сосущая сила листьев к осени повышается до 87 атмосфер (у отдельных пустынных растений она достигает 80-100 атмосфер).

Согласно данным Попова К.П. (7) в начале, середине и конце вегетационного периода исходный дефицит насыщения в 7 часов утра - 11-12%. По мнению автора, эта величина представляет нормальный дефицит насыщения листьев фисташки в полусаванных условиях. Это мнение поддерживают многие авторы, однозначно связывая устойчивость растений к засухе с водоудерживающей способностью листьев (2, 3, 4).

Согласно данным Шереметьева С.П. (9) определения сублетального дефицита показали, что он практически одинаков для мужских и женских растений и составляет в среднем 30%, а диапазон, в котором было определено среднее значение этого показателя, составляет 24,1-42,9%. Исходя из проведенных данных, автор предполагает, что женские растения, по-видимому, в отдельные моменты, а именно, в самое жаркое время года, когда у них резко снижается водоудерживающая способность (почти в 2 раза по сравнению с мужскими особями), могут переступить порог средней критической величины и их водный баланс в это время, может стать отрицательным. Это свидетельствует о том, что для женских растений условия произрастания в самое жаркое время года крайне неблагоприятны.

О степени засухоустойчивости фисташки, произрастающей в засушливых районах, можно судить по особенностям их водного режима. Цель настоящей работы - дать характеристику основных показателей водного режима: степени оводненности, реального водного дефицита, водоудерживающей способности и интенсивности транспирации листьев у мужских и женских экземпляров фисташки настоящей. Исследования водного режима проводили на территории Апшеронской опытной станции субтропических культур.

Обладая высокой сосущей силой и осмотическим давлением клеточного сока, фисташка находит в почве усвояемой влаги больше, чем другие растения. Как мы наблюдали, в отдельные засушливые годы с усилением засухи в июле, отдельные деревья миндаля на богаре сбрасывали листья. Листья же на фисташке в это же время не проявляли признаков угнетения, помимо прекращения роста. Это указывает на то, что мощная корневая система растения способна максимально использовать запасы влаги в почве и обеспечивать нормальную работу листового аппарата.

В таблице 1 представлены данные о содержании воды и дефицита насыщения водой в листьях фисташки настоящей в течение всего вегетационного сезона. Влажность листьев, как видно, претерпевает ряд изменений. В первые два месяца содержание воды в листьях резко изменяется, уменьшаясь приблизительно с 70 до 55 %, а в последующие месяцы (до конца вегетации) она сокращается примерно на 6%. Влажность листьев женских растений в течение почти всего периода вегетации, как правило, выше, только в начале (апрель) и в конце (октябрь) вегетации содержание воды в листьях растений разного пола практически одинаково (с разницей 0,4-0,6%).

Содержание влаги в листьях женских растений фисташки в богарных условиях в мае и июне достигает соответственно 64,2 и 55,8%, и листья на деревьях, как правило, остаются свежими и сочными. В самое жаркое время сезона содержание влаги у них резко падает до 49,8-51,0% и лишь к сентябрю наблюдается незначительное повышение - обусловленное, по-видимому, падением транспирации. Среднесезонное содержание воды в листьях женских деревьев равно 56,1% к сухому весу, что больше на 1,1%, чем в листьях растений мужского пола.

Таблица 1
Содержание воды и реальный верхний дефицит в листьях мужских и женских особей фисташки в условиях богары

Месяцы	Содержание влаги в листьях % к сырой массе		Водный дефицит, %	
	Мужское дерево	Женское дерево	Мужское дерево	Женское дерево
Апрель	70,2	70,8	13,6	14,8
Май	62,4	64,2	14,2	14,5
Июнь	54,3	55,8	18,4	18,0
Июль	48,2	49,8	22,8	23,5
Август	50,1	51,0	20,3	21,6
Сентябрь	50,8	51,6	19,2	18,8
Октябрь	48,8	49,2	17,9	16,5
В среднем	55,0	56,1	18,0	18,3

Таблица 2

Водоудерживающая способность листьев
мужских и женских деревьев фисташки настоящей

Варианты	Потери воды в % к исходному сырому весу						Среднее
	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	сентябрь	
Мужские особи	14,2	14,8	15,7	10,6	16,0	15,5	15,5
Женские особи	21,4	26,9	31,2	42,4	40,4	36,8	33,2

Дефицит насыщения водой в листьях фисташки настоящей в среднем не очень велик и составляет примерно за вегетационный сезон 18,0-18,3%. Однако наблюдаемые максимальные значения в отдельных случаях могут достигать 22,8-23,5%. Это происходит в июле - самом жарком месяце года. Что касается различий по этому показателю между мужскими и женскими особями, то средние значения дефицита насыщения водой у них очень близки.

Что касается водоудерживающей способности листьев женских и мужских растений, то как свидетельствуют данные таблицы 2, у мужских особей водоудерживающая способность листьев за весь период вегетации заметно выше.

В начале вегетации (апрель) количество воды, потерянной через 3 часа опыта, составило для мужских растений в среднем 14,2, а для женских - 21,4%. Эти различия в ещё большей степени усиливаются в июле и августе, когда мужские особи за это же время теряют воды соответственно 16,6 и 16,0 %, а женские - 42,4 и 40,4%. Как видно, наряду с другими особенностями водного режима, листья растения фисташки настоящей по водоудерживающей способности у мужских особей более засухоустойчивы, чем у женских.

Одной из основных биологических особенностей фисташки является высокая интенсивность транспирации. Рассматривая изменения этого показателя у листьев мужских и женских особей в течение сезона, необходимо отметить, что у женских особей максимального значения она достигает в июне (рисунок 1).

Интенсивность транспирации у мужских и женских деревьев фисташки настоящей, как видно, раз-

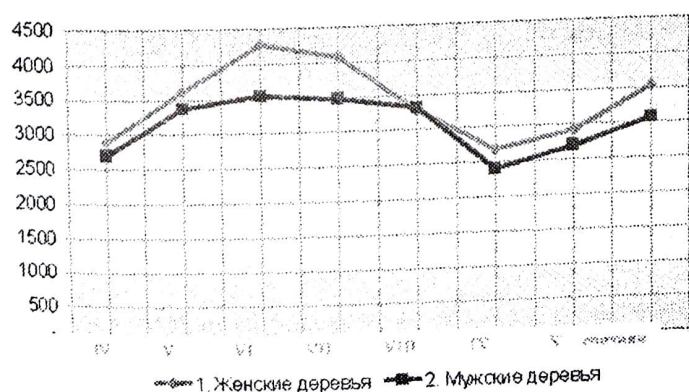


Рисунок 1. Изменения средних значений интенсивности транспирации мужских и женских растений фисташки настоящей в течение сезона

личается. Во все сроки наблюдений (кроме августа) женские экземпляры транспирировали более интенсивно, чем мужские. По средневегетационному показателю транспирация их была выше на 14,9%.

Из анализа зависимости интенсивности транспирации фисташки настоящей от таких факторов среды, как температура и дефицит влажности воздуха, следует, что она тесно связана с этими показателями. При повышении температуры воздуха примерно до 28-30°C (июнь) интенсивность транспирации по отношению к показателям предшествующего месяца у растений возрастает у мужских и женских растений обоего пола, но у последних значительно больше - выше на 18,3%, тогда как у мужских особей только на 4,8%. Дальнейшее увеличение температуры и сухости воздуха ведёт к снижению транспирации, но в июле растения всё ещё транспирируют на довольно высоком уровне; величина показателя ИТ уменьшается на 4,4% у женских и на 1,7% у мужских особей. В августе снижение транспирационной активности по отношению к показателям в июле соответствовало уже 19,8 и 4,6%, что свидетельствует о том, что кроме высоких температур воздуха резкое снижение транспирации является результатом убывания влаги из почвы из-за её иссушения. Повышение интенсивности транспирации в октябре связано с выпадением атмосферных осадков.

Фисташка настоящая в первые годы развивает глубокий стержневой корень, который обеспечивает поступление достаточного количества влаги в небольшую надземную часть. По мере развития горизонтальных корней и их смыкания, а также с увеличением надземной части, интенсивно транспирирующей влагу, рост фисташки заметно снижается. Как показали наши наблюдения, в загущенных посадках растения фисташки значительно позже вступают в пору плодоношения. В возрасте 20-25 лет деревья в таких посадках плодоносят только в верхней части кроны или совсем не образует плодов. Поэтому правильное установление густоты размещения растений может обеспечить оптимальную продуктивность фисташников. В садовых посадках фисташки настоящей в США расстояние между деревьями принято 9х9 и 10х10 м, в Турции - 8х8 и 10х10 м для плодородных почв, и 6х6 и 7х7 м - для бедных почв. Для сухих низкогорий Ирана рекомендуется размещать не более 200 деревьев на гектар.

Наши исследования по изучению водного режима фисташки настоящей были посвящены изучению сезонной динамики изменений интенсивности транспирации, дефицита влажности и влажности листьев растений на опытных разреженных (6х6 м) и контрольных загущенных участках фисташки. Изучение водного режима проводилось с мая, сразу после полного облиствления кроны и продолжалось до начала старения листьев осенью (сентябрь).

В разреженных посадках фисташки изменяются условия освещённости растений, увеличивается площадь питания каждого растения, а потому проведе-

Таблица 3
Сезонная динамика запаса влаги в различных слоях почвы на опытных участках (данные 1997-1998 годов)

Участок	Горизонт, см	Запас влаги, мм					
		Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Загущенные посадки без ухода (контроль)	0-50	58	64	38	31	28	30
	50-100	41	46	37	34	33	32
	100-150	43	45	38	36	36	35
В слое почвы	0-150	142	155	113	101	97	97
Разреженные посадки без ухода	0-50	63	69	48	38	33	31
	50-100	42	51	44	44	43	39
	100-150	40	44	49	48	46	42
В слое почвы	0-150	145	164	141	130	122	112
Разреженные посадки с уходом	0-50	82	104	62	55	43	38
	50-100	42	54	63	58	49	42
	100-150	55	63	64	78	69	60
В слое почвы	0-150	179	221	195	191	161	140

ние за ними ухода орошения, прежде всего сказывается на резком увеличении влагообеспеченности деревьев (таблица 3).

На участке с уходом и с разреживанием, как видно, на второй год после начала опыта по всему 0-150 см слою почвы происходит увеличение запаса влаги по сравнению с участками, где ухода и разреживания не проводилось. Так, ко времени прекращения выпадения атмосферных осадков запас влаги в мае на опытном участке с уходом был на 34,7% выше такового на опытном участке без ухода и на 42,6% выше, чем на контроле.

Начиная с июня на всех участках идёт интенсивное иссушение почвы, почти по всему профилю увлажнённого горизонта. Причём на контрольном (загущенном участке) весенний запас влаги, за счёт большего количества растений на единицу площади, расходуется более интенсивно, чем на участках с разреженным количеством деревьев. Этим объясняется резкое падение запаса влаги на контрольном загущенном участке. Здесь, начиная с июня по сентябрь, содержание влаги в метровом слое почвы было в пределах 62-75 мм (5-6% к сухой массе почвы, то есть устанавливается нижний предел её влажности и прекращается расход влаги из этого горизонта). На разреженных участках запас влаги в почве расходовался растениями в июне и июле (соответственно 78-84 и 98-125 мм), а на участке с уходом, запас влаги остаётся доступным растениям фисташки и в августе (86 мм).

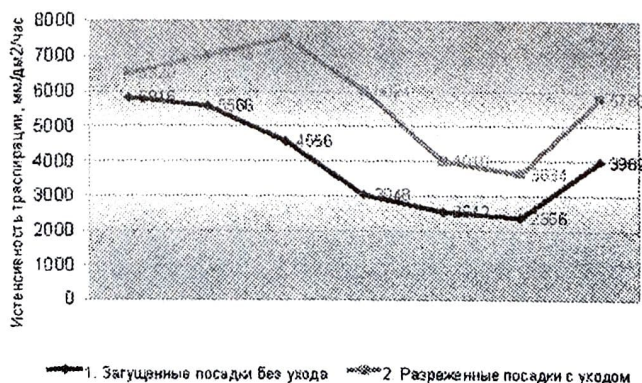


Рисунок 2. Сезонные изменения интенсивности транспирации фисташки 1998 года

В засушливых условиях испарение воды листьями находится в прямой зависимости от влажности почвы: чем больше воды в почве, тем больше она расходуется. Сезонные изменения интенсивности транспирации фисташки на опытном участке с уходом и на контроле на второй год опыта (1998 год) можно проследить на рисунке 2.

Интенсивность транспирации фисташки настоящей резко возрастает по мере повышения температуры воздуха, что способствует поддержанию тургора и снижению нагрева листьев. В то же время ИТ жёстко лимитируется запасами продуктивной влаги в почве. В этой связи её максимум приходится на участке с разреженным размещением растений фисташки на июнь-июль. На загущенном участке в результате резкого падения продуктивной влаги в почве в эти месяцы максимум транспирации приходится на май. В этот период у растений на разреженном и загущенном участках средние дневные (12 часов) показатели интенсивности транспирации близки по величине (с разницей в 12,1%). Но уже в июне различия между ними становятся более значительными, интенсивность транспирации растений на разреженном участке с проведением ухода выше - на 34,8% по сравнению с контролем.

С наступлением в июле почвенной и атмосферной засухи, у растений произрастающих на разных участках, происходит снижение транспирации, но уровень транспирационной активности у деревьев на разреженном участке остаётся выше - на 55,4% (или в 1,5 раза) по сравнению с растениями контрольного варианта. В следующем месяце транспирация в листьях фисташки продолжает снижаться на всех вариантах опыта, однако, на разреженном участке с уходом этот показатель ниже по сравнению с величиной ИТ в июле на 14,4%, а на контроле - на 33,1%. Разрыв между изучаемыми вариантами в этом месяце самый высокий - 97,6%. В сентябре и октябре, в связи со старением листьев и замедлением всех физиологических процессов, при переходе к зимнему покою транспирация на всех участках продолжает снижаться, но разница между вариантами остается по-прежнему довольно высокой - соответственно выше на 57,7 и 53,6%. В среднем же по вегетационному показателю интенсивность транспирации у растений на разреженном участке с уходом превышает эту величину в контроле на 46,0%.

Влажность листьев фисташки настоящей, как показали наши наблюдения (таблица 4), в продолжении вегетационного периода колебались в пределах 62,5 и 66,8%, 50,3 и 58,7% летом и 49,4 и 50,3% осенью. Самые высокие колебания по содержанию воды в листьях между вариантами опыта приходятся на летний сезон. Влажность листьев в этот период в варианте с разреженными посадками растений и уходом за ними в среднем выше контрольного на 16,6%.

Подача воды на транспирацию в этот период у растений на загущенных участках снизилась и, хотя влажность листьев поддерживалась ими на опреде-

Влажность листьев (%) и дефицит влажности (г) у фисташки на опытных участках, 1998 год

Варианты опыта		Месяцы					Среднее за Вегетацию	Отношение (±) к контролю, %
		Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь		
Загущенные посадки без хода (контроль)	1	62,5	54,4	50,3	52,5	49,4	53,8	-
	2	3,5	9,1	12,2	19,2	18,0	12,4	-
Разреженные посадки суходом	1	66,8	58,7	54,4	53,4	50,3	56,7	+5,4
	2	0,8	5,6	8,4	9,8	14,4	7,8	-37,1

Примечание: 1 - показатели влажности листьев; 2 - показатели дефицита влажности

лённом уровне (50,3-54,4%), растения постоянно испытывали недостаток воды. Об этом свидетельствует дефицит влажности листьев в полуденные часы (в 12 часов), который достигал в августе 19,2%.

Известно, что у растений ксерофитного типа в полуденные часы обнаруживается водный дефицит в пределах от 20 до 25% всей содержащейся в них воды, который затем в ночные часы восполняется соответствующей прибылью, в результате чего к утру содержание воды в листьях доводится до максимального уровня. Нами были проведены определения дефицита воды в листьях фисташки в утренние часы в августе и сентябре. Как оказалось, ночной прибыли воды, которая бы компенсировала дневной и вечерний дефицит влажности фисташки в загущенных культурах, не происходит по причине сухости почвы, равной влажности завядания (дефицит влажности листьев в утренние часы в августе достигал 17,2, а в сентябре - 20,8%). Отсюда такое резко сокращение интенсивности транспирации растений на загущенном участке. На 4-5 год после начала опыта (2000-2001 годы) на участках с разреженным размещением растений фисташки значительно увеличились размеры надземных частей растений - высота, параметры крон, длина годичных текущих приростов побегов, и как следствие плодоношение.

Итак, вопрос о сравнительной устойчивости растений фисташки довольно сложен. Сравнивая несколько показателей водного режима, нами было выяснено следующее. На Апшероне ухудшение произрастания растений в условиях богары проявляется прежде всего в увеличивающейся в процессе вегетации температуре и сухости воздуха и почвы. Ухудше-

ние условий произрастания, приводящие в целом к усилению интенсивности транспирации, в большей степени сказывается на женских особях. Мужские растения приспособляются к суровым условиям существования как путём более экономного расходования воды, так и за счёт структурных изменений - более ксероморфного строения листьев. Кроме того, амплитуда колебаний содержания воды в листьях женских растений увеличивается в самые напряжённые для них летние месяцы. В этот период они имеют и самые большие изменения дефицита насыщения и более низкую, чем у мужских растений, водоудерживающую способность листьев. Полученные данные позволяют предположить, что женские растения фисташки настоящей более чувствительны к ухудшению условий произрастания, они более подвержены вредному воздействию высокой температуры, сухости воздуха и почвы.

Из сказанного следует, что водный режим растений является чётким показателем условий произрастания культур. На основании его изучения нами было выявлено, что чем благоприятнее условия обеспечения фисташки водой, тем интенсивнее происходят в ней физиологические процессы, способствующие более интенсивному росту и развитию, а также лучшему плодоношению. Высокое содержание воды в листьях обеспечивает фисташке возможность переносить летнюю засуху без значительных нарушений физиолого-биохимических процессов, способствует нормальному ходу водо- и газообмена процесса ассимиляции. В связи с этим, вся агротехника должна быть направлена на накопление и бережное расходование влаги в течение вегетационного периода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аблаев С.М. Фисташка. Москва, ВО, "Агропромиздат", 1987, О. 80 с.
2. Гриненко В.В. Значение саморегуляции водного режима в приспособлении растений к изменяющимся природным условиям. Диссертация на соискание учёной степени доктора биологических наук, Кишинёв, 1972, 51 с.
3. Еремеев Г.П. Некоторые физиологические показатели стойкости к засушливым условиям плодовых и других древесно-кустарниковых растений. Москва, изд-во АН СССР, 1960, с. 473-477.
4. Еремеев Г.П. Определение засухоустойчивости плодовых и древесных растений. Физиология растений, 1963, том 10, № 6, с. 722-726.
5. Заленский О.В. Распространение и экологические особенности фисташки настоящей (*Pistacia vera* L.) и миндаля (*Amygdalus communis* L.) в Западном Копет-Датге. - Ботанический журнал, 1940, том 25, № 1, с. 20-37.
6. Попов К.П. О транспирации фисташки настоящей в условиях полусаванных фисташников Таджикистана. Экология, 1971, № 5, с. 44-52.
7. Попов К.П. Фисташка в Средней Азии. Издательство "Илим", Ашхабад, 1979, с. 160.
8. Рахманина К.П. Водный режим эдификаторов некоторых типов древесной растительности ущелья Кондара. Труды отделения физиологии и биофизики АН ТССР, 1962, том 1 д. 9. Шереметьев С.П. Водный режим *Pistacia vera* Anacardiaceae) в Бадхызе. - Ботанический журнал, том 69, № 2, 1984.